

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ
РАДИКАЛОВ АЮ В ПЛАЗМЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
СДВОЕННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ
НА АЛЮМИНИЕВЫЙ СПЛАВ Д16Т В АТМОСФЕРЕ ВОЗДУХА

Ходор Баззал, А. Р. Фадаиян, Е. С. Воропай, А. П. Зажогин

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: zajogin_an@mail.ru

При использовании схем и методов двухимпульсного лазерного воздействия при различных углах падения на мишень и плазму возможно одновременное проведение высокочувствительного спектрального анализа [1, 2], контроля концентрации возбужденных и заряженных частиц плазмы и управлением составом плазмы, направляемой на подложку.

Цель работы состояла в том, чтобы показать возможность и определить условия для получения методом абляции сериями сдвоенных лазерных импульсов алюминиевых мишеней в воздушной атмосфере нанокластеров АЮ для использования в технологиях получения нанокристаллов и напыления тонких пленок..

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. В качестве источника возбуждения плазмы в спектрометре используется двухимпульсный неодимовый лазер с регулируемой энергией и интервалом между импульсами (модель LS2131 DM). Лазер может работать с частотой повторения импульсов до 10 Гц на длине волны 1064 нм. Длительность импульсов ≈ 15 нс. Временной сдвиг между сдвоенными импульсами может изменяться от 0 до 100 мкс с шагом 1 мкс. Лазерное излучение фокусировалось на образец с помощью ахроматического конденсора с фокусным расстоянием 104 мм. Размер пятна фокусировки примерно 50 мкм.

Динамика образования одного из продуктов взаимодействия атомов алюминия с кислородом радикала АЮ изучена нами по эмиссионным спектрам этой молекулы при воздействии серии одиночных и сдвоенных лазерных импульсов на алюминиевую мишень. Наиболее интенсивными электронно-колебательными полосами в эмиссионных спектрах являются полосы с длинами волн 484,21 и 464,82 нм.

При проведении экспериментальных исследований установлено, что наибольшая интенсивность полос наблюдается для интервала между импульсами 6–12 мкс. С использованием интервала 8 мкс нами проведено исследование процесса образования радикалов АЮ от энергии импульсов в зависимости от расфокусировки их. Данные проведенных исследований приведены на рис. 1.

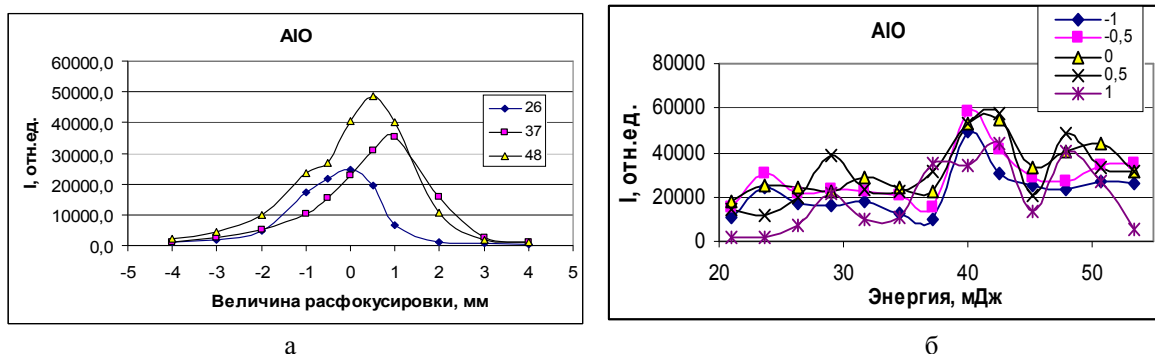


Рис. 1. Зависимость интенсивность полос АЮ (484,21 нм), в спектрах от расфокусировки и энергии импульсов: а - энергия в квадратных скобках, мДж; б – величина расфокусировки в мм

Как видно из полученных данных процесс образования радикалов АЮ с увеличением энергии увеличивается, в то же время зависимость от расфокусировки (плотности мощности) неоднозначна.

На рис. 2 приведены зависимость интенсивность линий Al II (466,3 нм) и Al III (452,92 нм) в спектрах от расфокусировки и энергии импульсов.

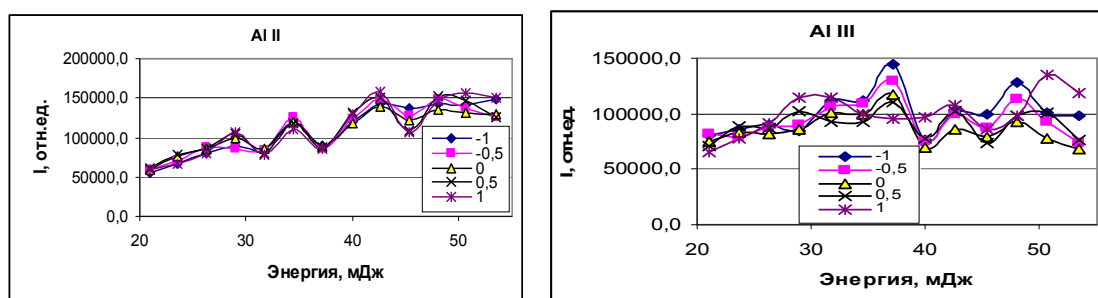


Рис. 2. Зависимость интенсивность линий Al II (466,3 нм) и Al III (452,92 нм) в спектрах от расфокусировки и энергии импульсов (величина расфокусировки в квадратных скобках, мм)

При сопоставлении рисунков обращает внимание хорошая корреляция между возрастанием интенсивности полос радикалов и существенным уменьшением интенсивности линии Al III (452,92 нм).

Полученный результат может быть объяснён тем, что наибольшее влияние в данном случае оказывает плотность энергии в месте воздействия излучения на поверхность, а также форма кратера (при расфокусировке вглубь пластины). Следует отметить, что с расфокусировкой интенсивности ионных линий алюминия уменьшаются значительно медленнее, чем интенсивности линий оксида алюминия, что говорит о большей зависимости образования молекулярных соединений в плазме от плотности мощности и геометрии кратера.

1. Жерихин А. Н. Лазерное напыление тонких пленок. Итоги науки и техники. Серия: Проблемы лазерной физики. М. ВИНТИ. 1990. 107 с.
2. Сухов Л. Т. Лазерный спектральный анализ. Новосибирск. 1990. 182 с.